

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Salomaa Examiner: UNKNOWN
Serial No.: TO BE ASSIGNED Group Art Unit: TO BE ASSIGNED
Filed: June 20, 2001 Docket No.: 796.397USW1
Title: MONITORING OF SIGNAL WAVELENGTHS IN OPTICAL FIBRE

10996 U.S. PTO
09/885387
06/20/01

CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. 1.10:

'Express Mail' mailing number: EL733007924US

Date of Deposit: June 20, 2001

The undersigned hereby certifies that this Transmittal Letter and the paper or fee, as described herein, are being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

By: Kari Arnold

Kari Arnold

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Box PATENT APPLICATION
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed is a certified copy of Finnish application, Serial Number 982841, filed
31 December 1998, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC
6500 City West Parkway, Suite 100
Minneapolis, MN 55344-7701
(952) 912-0527

Date: June 20, 2001

By: Michael B. Lasky

Michael B. Lasky
Reg. No. 29,555
MBL/jsa

Helsinki 4.6.2001

CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Telecommunications Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

982841

Tekemispäivä
Filing date

31.12.1998

Kansainvälinen luokka
International class

H04B 10/08

Keksinnön nimitys
Title of invention

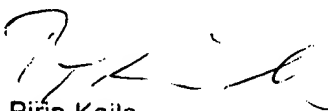
"Optisella kuidulla kulkevien signaalien aallonpituuksien monitorointi"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 12.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

10996 U.S. PRO
09/005387
06/20/01

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Optisella kuidulla kulkevien signaalien aallonpituuksien monitorointi

Keksinnön ala

5 Keksintö liittyy yleisesti aallonpituusmultipleksointia käyttäviin optisiin siirtojärjestelmiin, erityisesti optisessa kuidussa kulkevien kanavien aallonpituuksien monitorointiin.

Tekniikan tausta

10 Aallonpituusmultipleksoinnissa WDM (Wavelength Division Multiplexing) useat itsenäiset lähetin-vastaanotin-parit käyttävät samaa kuitua ja kukin pari käyttää omaa muista poikkeavaa aallonpituutta

Kuvioissa 1 on havainnollistettu aallonpituusmultipleksoinnin periaatetta. Esimerkkinä on nelikanavainen järjestelmä, jossa aallonpituudet ovat λ_1 , λ_2 , λ_3 ja λ_4 . Lähetys- ja vastaanottokanavat ovat omilla optisilla kuiduillaan. Kummassakin päässä optista siirtojohtoa on neljä lähetin-vastaanotinyksikköä, joista lähetintä merkitään yleisesti Tx ja vastaanotinta Rx. Lähetin TX1 lähettää aallonpituudella λ_1 ja vastaanotin RX1 vastaanottaa samalla aallonpituudella mutta eri kuidulta mille lähetin lähettää. Muut parit käyttävät vastaavalla tavalla omia aallonpituuksiaan.

20 Kuidun 8 vasemman puoleisessa päässä olevien lähettimien tuottamat aallonpituudet yhdistetään optisessa multiplekserissä 1 ja johdetaan tämän jälkeen samalle optiselle kuidulle 8. Vastaavalla tavalla kuidun 9 oikeanpuoleisessa päässä olevien lähettimien tuottamat aallonpituudet yhdistetään optisessa multiplekserissä 3 ja johdetaan tämän jälkeen samalle optiselle kuidulle 9. Kuitujen päissä olevat WDM -demultiplekserit 2 ja 4 erottavat kuidulta tulevan yhdistetyn signaalin eri spektrikomponentit toisistaan. Jokainen näistä signaaleista ilmaistaan omalla vastaanottimellaan RX1,...RX4.

30 Kunkin lähteen signaalille annetaan siis käyttöön kapea aallonpituusikkuna tietyllä aallonpituusalueella. ITU-T (International Telecommunication Union) on standardoinut optisilla yhteyksillä käytettävän 1550 nm kaistan niin, että kaista alkaa taajuudesta 191,5 THz (1565,50 nm) ja jatkuu 100 GHz:n portain 195,9 THz (1530,33 nm) asti.

35 WDM -demultiplekserisuodattimen aallonpituusvaste on luonteeltaan kuvion 2 mukainen. Tässä esimerkissä suodattimeen tulee kahdeksan aallonpituutta (kanavaa). Kaistan keskiaallonpituus on 1547,72 nm ja kanavarasteri on joko ITU-T:n standardoima tihein 100 GHz, joka vastaa noin 0,8

nm aallonpituutta, tai se voi olla jokin valmistajan haluama monikerta, esim. 200 GHz. Kuvion perusteella voidaan päätellä, että suodattimen täytyy olla hyvin stabiili.

5 Siirtojärjestelmän kannalta on erittäin tärkeätä, että lähettimen aallonpituus pysyy stabiilina ja riittävän lähellä suodattimen keskiaallonpituutta kaikissa suodattimen lämpötiloissa. Lämpötila on tärkein laserin aallonpituuteen vaikuttava tekijä ja sen vuoksi palalla on järjestelyt lämpötilan pitämiseksi mahdollisimman vakaana.

10 Tietoliikennetekniikassa käytetään laajalti sekä runkoverkoissa että jakeluverkoissa DFB -tyyppistä laseria (Distibuted feedback laser). Sen tärkeimmät osat ovat samalle palalle integroidut laseriodi, termistori ja jäähdytin. Jäähdyttimen toiminta perustuu lämpötilaeron luomiseen sähkövirran avulla. Termistorin antaman lämpötilatiedon perusteella ulkoinen säätöpiiri ohjaa jäähdytintä jäähdyttämään tai lämmittämään laseria niin, että sen lämpötila ja siten aallonpituus pysyy stabiilina ympäristön lämpötilan muutoksista
15 huolimatta.

Tunnettua on myös mitata laserin aallonpituutta sijoittamalla lasermoduulin sisälle aallonpituutta mittaavia komponentteja, joiden mittaustulosten perusteella ohjataan esim. jäähdytyslementtiä niin, että oikea aallonpituus säilyy.
20

Nämä tunnetut tavat tekevät mahdolliseksi lähettimen, joka tuottaa hyvin stabiilin valoallon. Ne eivät kuitenkaan takaa täsmälleen oikeaa aallonpituutta tilanteessa, jossa aallonpituuden stabilointipiiri on viallinen. Tällaisessa tapauksessa saattaa tapahtua niin, että valoallon aallonpituus ajautuu hieman sivuun keskitaajuudesta mutta ei kuitenkaan niin paljon, että siirtotiellä olevat suodattimet (ks. kuvio 2) tyystin estäisivät valoallon etenemisen. Signaali kuitenkin vaimenee huomattavasti. Puutteellinen lähettimen toiminta voitaisiin huomata, jos voitaisiin varmistuttua optisella kuidulla etenevän valoallon oikeasta aallonpituudesta halutussa kohtaa kuitua. Toisaalta joissakin tilanteissa olisi pystyttävä tutkimaan optisesta kuidusta, kuinka monta kanavaa kuidulla on ja mitkä ovat kanavien aallonpituudet. Ongelma on paitsi ettei tutkittavaa aallonpituutta aina etukäteen tiedetä myös se, että optisella kuidulla etenee multipleksauksen jälkeen useita valoaltoja, joiden lukumäärä ja aallonpituus ovat tuntemattomia. Jotta voitaisiin mitata
30 yksittäisen komponentin aallonpituus, on summa-aalto johdettava demultiplekseriin, joka erottaa summa-aallon yksittäisiksi valo-aalloiksi.
35

Multiplekseriä käytettäessä haittana on, että se on aallonpituus-sensitiivinen, toisin sanoen se erottaa toisistaan vain ennalta määrätyt aallonpituudet. Tämä johtuu siitä, että erottelussa multiplekserissä olevat reflektiopinnat on mitoitettu heijastamaan vain tarkasti ennalta määrätyt aallonpituudet erilleen summa-aallosta. Jotta optiselta kuidulta voidaan erottaa multiplekseriä käyttäen aallonpituudet erilleen, on siten tiedettävä, kuinka monta eri kanavaa kuidulla on ja mitkä ovat niiden aallonpituudet.

Tämän keksinnön tavoitteena on aikaansaada järjestely, jota käyttäen on mahdollista mitata mahdollisimman yksinkertaisesti ja yleiskäyttöistä laitetta käyttäen optisella kuidulla kulkevien kanavien lukumäärä ja niiden aallonpituudet sekä niiden suhteelliset ja absoluuttiset tehoerot. Saatuja mittaustuloksia voidaan käyttää mihin tahansa tarkoitukseen, kuten laserlähtimien aallonpituuksien tarkkailuun ja säätöön.

Asetettu tavoite saavutetaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa kuvatuin määrittein.

Keksinnön lyhyt yhteenveto

Keksintö perustuu siihen oivallukseen, että optiselta kuidulta kulkevasta monikomponenttisesta valoaallostaa haaroitetaan sivuun pieni osa, joka johdetaan kapeakaistaiseen viritettävään optiseen suodattimeen. Suodatinta ohjataan niin, että sen päästökaistan muodostama aallonpituusikkuna pyyhkäisee koko tutkittavan aallonpituusalueen. Aallonpituusikkunan leveys on hyvin kapea, pienempi kuin optisen kanavan modulaatiokaista. Suodattimesta saatava kapeakaistainen optinen signaali johdetaan ilmaisimeen, joka muuntaa optisen signaalin sähköiseksi signaaliksi.

Ohjattavan suodattimen ikkunan pyyhkäistessä läpi aallonpituuskaistan saadaan aallonpituuden funktiona optisen signaalin tehoon verrannollinen sähköinen teho. Tehokäyrän piikkikohdat ovat kunkin kanavan aallonpituuden kohdalla.

Tarvittavan laskennan ja ohjauksen suorittaa ohjauselektroniikka-piiri. Laitteistoon on edullista sisällyttää muisti, johon tallennetaan saatu tehokäyrä digitaalisessa muodossa mahdollista myöhempää käsittelyä varten.

Virheettömän toiminnan varmistamiseksi on suodatin kalibroitava, mikäli optisen suodattimen lähtösignaalin aallonpituus ohjaussignaalin funktiona ei ole tarkasti tiedossa. Siksi esitetään myös edulliset kalibrointitavat.

Kuvioluettelo

Keksintöä selostetaan tarkemmin oheisten kaaviollisten piirustusten avulla, joissa

- 5 kuvio 1 esittää WDM-siirtojärjestelmää,
- kuvio 2 esittää multiplekserin vaimennusta,
- kuvio 3 on lohkokaavio keksinnön mukaisesta monitorista,
- kuvio 4 havainnollistaa monitoroinnin tulosta,
- kuvio 5 esittää erästä kalibrointitapaa,
- 10 kuvio 6 esittää toista kalibrointitapaa,
- kuvio 6 kuvaa aallonpituuden riippuvuutta ulkolämpötilasta,

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

- 15 Kuviossa 3 on kaaviollisesti esitetty keksinnön mukaisen aallonpituusmonitorin lohkot. Optisella kuidulla 30 menevästä signaalista, joka koostuu n kappaleesta valoaaltoja, joiden aallonpituudet ovat $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$, otetaan jatkuvasti näytettä esimerkiksi suuntakytkimellä 31. Tunnetusti suuntakytkin siirtää tuloon 311 tulevasta tehosta osan α lähtöporttiin 312 ja
- 20 osan $1-\alpha$ porttiin 313. Kytkin on mitoitettu siten, että tekijän α arvo on mahdollisimman lähellä lukua 1, tyypillinen arvo on 0,90-0,95. Siten 5-10 % optisella kuidulla kulkevasta yhdistetystä signaalista otetaan ulos kuidulta.

- Tämä optinen signaali, joka siis sisältää samat aallonpituudet kuin kuidulla kulkeva yhdistetty signaali, johdetaan monitorilaitteeseen kuuluvaan
- 25 viritettävään optiseen suodattimeen 32.

- Suodatin on kapeakaistainen ja rakenteeltaan jokin sopiva alalla tunnettu. Käyttökelpoinen suodatin on esimerkiksi tunnettu Fabry-Perot suodatin. Se käsittää kahden yhdensuuntaisen heijastavan peilin välissä olevan ontelon, johon valonvirta saapuu. Osa siitä läpäisee ontelon vastakkaisen
- 30 pinnan mutta osa heijastuu takaisin tulosuuntaansa. Se kulkee ontelon poikki mutta heijastuu jälleen tulosuunnassa olevalta pinnalta kohti vastakkaista pintaa, jonka osa aallosta läpäisee ja summautuu aiemmin läpäisseen aaltoon. Jos ontelon edestakainen pituus on aallonpituuden puolikkaan monikerta, ovat kaikki ontelon läpäisseet aallot samassa vaiheessa ja vahvistavat
- 35 toisiaan.

Fabry-Perot suodatin voidaan tehdä säädettäväksi muuttamalla ontelon pituutta. Pituutta voidaan muuttaa liikuttamalla toista ontelon pinnalla olevaa peiliä mekaanisesti. Toinen tapa on tuoda suodattimen onteloon pietsosähköistä ainetta. Tuomalla siihen ulkoinen ohjausjännite (filter tuning)

5 ohjauselektroniikkapiiristä 34 materiaali kutistuu ja siten suodattimen resonanssitaajuus muuttuu. Ohjausjännitettä muuttamalla muutetaan siten ontelon resonanssitaajuutta. Pietsosähköisen suodattimen haittana tosin on hystereesi ja terminen epästabiilius.

Viritettävältä suodattimelta 32 tuleva optinen signaali johdetaan valoilmaisimelle 33. Ilmaisimella on alalla tunnettu ja se on tehty puolijohdemateriaalista, johon tulevat fotonit aiheuttavat valovirtana (photocurrent) tunnetun virran ilmaisimeen kytketyssä virtapiirissä, jossa vaikuttaa sähköjännite. Si-

10 ten mitä voimakkaampi on ilmaisimelle tulevan optisen signaalin teho sitä suuremman valovirran ilmaisimella antaa.

15 Valoilmaisimelta tuleva valovirta johdetaan ohjauselektroniikkapiiriin 34, joka käsittelee sitä myöhemmin kuvattavalla tavalla.

Ohjauselektroniikkapiiri muodostaa säädettävän suodattimen 32 ohjaussignaalin. Suodattimen säätöalue ja siten ohjaussignaalin säätöalue on tiedossa joko tarkasti, jolloin kalibrointia ei tarvita, tai suhteellisesti, jolloin kalibrointi on tarpeen. Kalibrointia selostetaan tarkemmin myöhemmin. Ohja-

20 ussignaali voi pyyhkäistä koko säätöalueen nopealla pyyhkäisyllä tai pyyhkäisy voi olla hidas. Nopean pyyhkäisyn etu on, että suodatin ei ehdi lämmetä. Tällöin sen terminen epästabiilius ei ehdi paljoa vaikuttaa, joten suodattimen aallonpituusvaste ei juuri muutu. Hidas pyyhkäisy taas on edullinen, mikäli suodattimen ohjaussignaalin ja päästökaistan välinen riippuvuus on tarkasti tunnettu eikä lämpötila vaikuta siihen tai vaikutus on tunnettu. Tällöin pyyhkäisy tehdään niin hitaaksi, että ohjauksen muutoksen jälkeen suodattimella on riittävästi aikaa stabiloitua uuteen päästökaistaan. Ohjaus-

25 elektroniikkapiiri sisältää edullisesti mikrosuorittimen, joka valvoo ohjaussignaalin käyttöä sekä käsittelee saadut mittaustulokset aallonpituuksien selvittämiseksi.

Kun suodatin ohjataan läpi koko pyyhkäisyalueen, läpäisevät vain suodattimen sen hetkisen päästökaistan aallonpituudet suodattimen ja päätyvät valoilmaisimelle 33. Pyyhkäisyn edetessä valoilmaisin antaa jatkuvaa,

35 tulevan optisen signaalin tehoon verrannollista sähköistä signaalia, joka johdetaan ohjauselektroniikkapiiriin.

Kuviossa 4 on havainnollistettu valoilmaisimen lähtösignaalin tehoa suodattimelta saatavan aallonpituuden funktiona. Aallonpituusspektrissä on nähtävissä selvät terävät tehopiikit niillä aallonpituuksilla, joissa optisen kuidun 30, kuvio 3, kanavat käyttävät.

- 5 Koska tiedetään tarkasti, mikä suodattimen ohjausjännite vastaa mitäkin suodattimen läpäisy-aallonpituutta, voidaan pyyhkäisyn edetessä tallentaa muistiin 35 ohjausjännitearvot sekä ilmaisimelta 33 tuleva tehoarvo. Muistissa on myös tieto aallonpituudesta ohjausjännitteen funktiona, joten pyyhkäisyn päätyttyä muistiin tallennettuja tietoja voidaan käyttää kuvion 4
10 mukaisen käyrän muodostamiseen ja näyttämiseen graafisesti näyttölaitteessa tai tietoja voidaan käyttää halutulla tavalla numeerisessa prosessoinnissa.

- Koko aallonpituusalueen pyyhkäisyn sijasta voidaan yhtä hyvin tutkia vain osaa alueesta tai vain yksittäisiä aallonpituuksia. Yhden aallonpituuden monitoroinnissa lukitaan suodattimen ohjaus tiettyyn arvoon. Tällöin ilmaisimen lähtösignaalista nähdään välittömästi, onko monitoroitava kanava käytössä vai ei ja lisäksi onko sen aallonpituus oikea. Tietoa voidaan käyttää esimerkiksi hälytyksen antamiseen vikatilanteessa.

- Järjestelyn moitteettoman toiminnan kannalta on olennaista tietää
20 täsmällisesti suodattimen ohjauksen ja suodattimen lähdöstä saatavan aallonpituuden riippuvuus, ts. käyrä $\lambda = f(c)$, jossa c on suodattimen ohjaus. Mikäli esimerkiksi suodattimen valmistaja on ilmoittanut tämän riippuvuuden absoluuttisena, ei mitään kalibrointia tarvita. Riippuvuustiedot syötetään suoraan muistiin.

- 25 Kalibrointia tarvitaan, mikäli tunnetaan aallonpituuden suhteellinen riippuvuus suodattimen ohjauksesta. Tätä havainnollistaa kuvion 5 käyrästä. Riippuvuuskäyrän $\lambda = f(c)$ muoto on tunnettu, jolloin tiedetään, että todellinen käyrä on jokin pilkkuviivoin esitetyn käyräparven käyristä. Tällöin kalibrointi suoritetaan siten, että suodattimelle annetaan tarkasti tunnettu ohjaussignaali C_{REF} ja mitataan aallonpituusmittarilla suodattimen lähdöstä saatava aallonpituus λ_{REF} . Tietenkin voidaan menetellä siten, että syötetään suodatimeen tunnettu aallonpituus ja selvitetään, millä ohjauksen arvolla suodatin laskee aallonpituuden lävitseen. Tätä paria C_{REF} λ_{REF} vastaava piste P määrittää yksikäsitteisesti oikean käyrän käyräparvesta. Valittua käyrrä käyttäen
30 tiedetään ohjausjännitealuetta C_A, \dots, C_B vastaava aallonpituusalue (Band) ja
35

tietenkin kutakin tiettyä ohjausarvoa C vastaava aallonpituus. Riippuvuusarvot tallennetaan muistiin 35.

- 5 Kalibrointia tarvitaan myös, mikäli aallonpituuden suhteellinen tai absoluuttinen riippuvuus suodattimen ohjauksesta ei ole tunnettu. Tätä havainnollistaa kuvio 6. Riippuvuuskäyrä $\lambda = f(c)$ oletetaan säätöalueella lineaariseksi. Tällöin kalibrointi suoritetaan siten, että suodattimelle annetaan tarkasti tunnetut ohjaussignaali C_{REF1} ja C_{REF2} , jotka ovat säätöalueen ylä- ja alapäässä, ja mitataan aallonpituusmittarilla suodattimen lähdöstä saatavat aallonpituudet λ_{REF1} ja λ_{REF2} . Säädön ja aallonpituuden välisen riippuvuuden
- 10 osoittaa tällöin pareja $C_{REF1} \lambda_{REF1}$ ja $C_{REF2} \lambda_{REF2}$ vastaavien pisteiden P1 ja P2 kautta kulkeva suora. Riippuvuusarvot tallennetaan muistiin 35.

- Kuvion 6 mukaista kalibrointimenettelyä voidaan käyttää suhteellisen ja ei tunnetun riippuvuuden tapauksessa myös silloin kun on luultavaa, että suodattimen säätöominaisuudet voivat muuttua. Tällöin aika ajoin tarkistetaan ainakin kahta tarkistuspistettä käyttäen todellinen riippuvuus.
- 15

- Suodattimen ohjaussignaalin voidaan järjestään muuttumaan jatkuvasti minimiarvosta ja maksimiarvoonsa. Jos ohjauselektroniikkapiiri on puhtaasti digitaalinen, jolloin ilmaisimien ja suodattimien ovat kytketty piiriin DA muuntimien kautta, on edullista tehdä pyyhkäisy askeltavaksi, jolloin saadaan tulokseksi diskreettejä arvopareja. Tämä tapa on edullinen, sillä haluttaessa tutkija vain tiettyä yksittäistä aallonpituutta haetaan muistista tätä vastaava ohjausarvo ja viedään se DA muuntimen kautta suodattimelle.
- 20

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä optisella kuidulla kulkevien optisten signaalien aallonpituuksien monitoroimiseksi, tunnettu siitä, että

5 johdetaan optiset signaalit kapeakaistaiseen ohjaussignaalilla säädettävään optiseen suodattimeen, jonka lähdöstä saatavan optisen signaalin aallonpituuden riippuvuus ohjaussignaalista on tunnettu,

muunnetaan optisen suodattimen lähdöstä saatava optinen signaali sähkösignaaliksi,

10 säädetään ohjaussignaalia muuttamalla suodatinta niin, että sen päästökaistan muodostama ikkuna liukuu tutkittavassa aallonpituusalueessa, määritetään saadusta sähkösignaalista sen huippuarvoja vastaavat suodattimen ohjaussignaalit ja niiden perusteella vastaavat aallonpituudet.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä että suodattimen ohjaussignaali on sähköinen signaali.

15 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä että tallennetaan etukäteen muistiin suodattimen lähdöstä saatavan aallonpituuden riippuvuus suodattimen ohjaussignaalista.

20 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä että sähkösignaalin huippuarvoja vastaavien suodattimen ohjaussignaalien ja niiden perusteella vastaavien aallonpituuksien määrittäminen suoritetaan muistiin tallennetun riippuvuuden perusteella.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä että säädetään suodattimen ohjaussignaalia niin, että päästökaistan muodostama ikkuna liukuu tutkittavassa aallonpituusalueen yli.

25 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä että säädetään suodattimen ohjaussignaali niin, että päästökaistan muodostama ikkuna siirtyy haluttuun aallonpituuteen.

7. Järjestely optisella kuidulla kulkevien optisten signaalien aallonpituuksien monitoroimiseksi, tunnettu siitä, että siihen kuuluu:

30 kapeakaistainen ohjaussignaali (Filter Tuning) säädettävä optinen suodatin (32), jonka lähdöstä saatavan optisen signaalin aallonpituuden riippuvuus ohjaussignaalista on tunnettu ja jonka tuloon johdetaan tutkittavat optiset signaalit,

35 valoilmaisin (33), joka on kytketty optisen suodattimen (32) lähtöön ja joka muuntaa optisen signaalin sähkösignaaliksi,

ohjauselektroniikkapiiri (34), joka on kytketty toisaalta suodattimen ohjaustuloon ohjaussignaalin (Filter Tuning) antamiseksi ja toisaalta valoilmaisimelle sen antaman sähkösignaalin vastaanottamiseksi.

- 5 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että ohjauselektroniikkapiiri muodostaa ohjaussignaalin, jonka arvo pyyhkäisee liukuvasti koko säätöalueen yli.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että ohjauselektroniikkapiiri muodostaa ohjaussignaalin, jonka arvo saa vain halutut arvot.

- 10 10. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että siihen lisäksi kuuluu tallennusvälineet (35), joihin on tallennettu suodattimen lähdöstä saatavan optisen signaalin aallonpituuden riippuvuus ohjaussignaalista.

- 15 11. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että ohjauselektroniikkapiiriin kuuluu mikrosuoritin, joka määrittää valoilmaisimelta saadusta sähkösignaalista sen huippuarvoja vastaavat suodattimen ohjaussignaalit ja niiden perusteella vastaavat aallonpituudet.

- 20 12. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että siihen kuuluu optinen suuntakytkin (31), joka erottaa osan optisella kuldulla kulkevasta valotehosta johdettavaksi säädettävän suodattimen tuloon.

(57) Tiivistelmä

Optisella kuidulta kulkevan monikomponenttisen valoaallon yksittäisiä aallonpituuksia ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$) monitoroidaan siten, että valoaallon tehosta erotetaan esim. suuntakytkimellä (31) sivuun pieni osa, joka johdetaan kapeakaistaiseen viritettävään optiseen suodattimeen (32). Suodattimen ohjaussignaali (filter tuning) ohjataan suodattinta (32) niin, että sen päästökaistan muodostama aallonpituusikkuna pyyhkäisee koko tutkittavan aallonpituusalueen. Suodattimesta saatava kapeakaistainen optinen signaali johdetaan valoilmaisimeen (33), joka muuntaa optisen signaalin sähköiseksi signaaliksi. Ohjattavan suodattimen ikkunan pyyhkäistessä läpi aallonpituuskaistan saadaan aallonpituuden funktiona optisen signaalin tehoon verrannollinen sähköinen signaali, jonka huippukohdat ovat kunkin kanavan aallonpituuden kohdalla. Ohjaussignaalin ja huippukohtien perusteella ohjauselektroniikkapiiri (34) määrittää monikomponenttisen valoaallon yksittäiset aallonpituudet.

(Fig. 3)

PRIOR ART

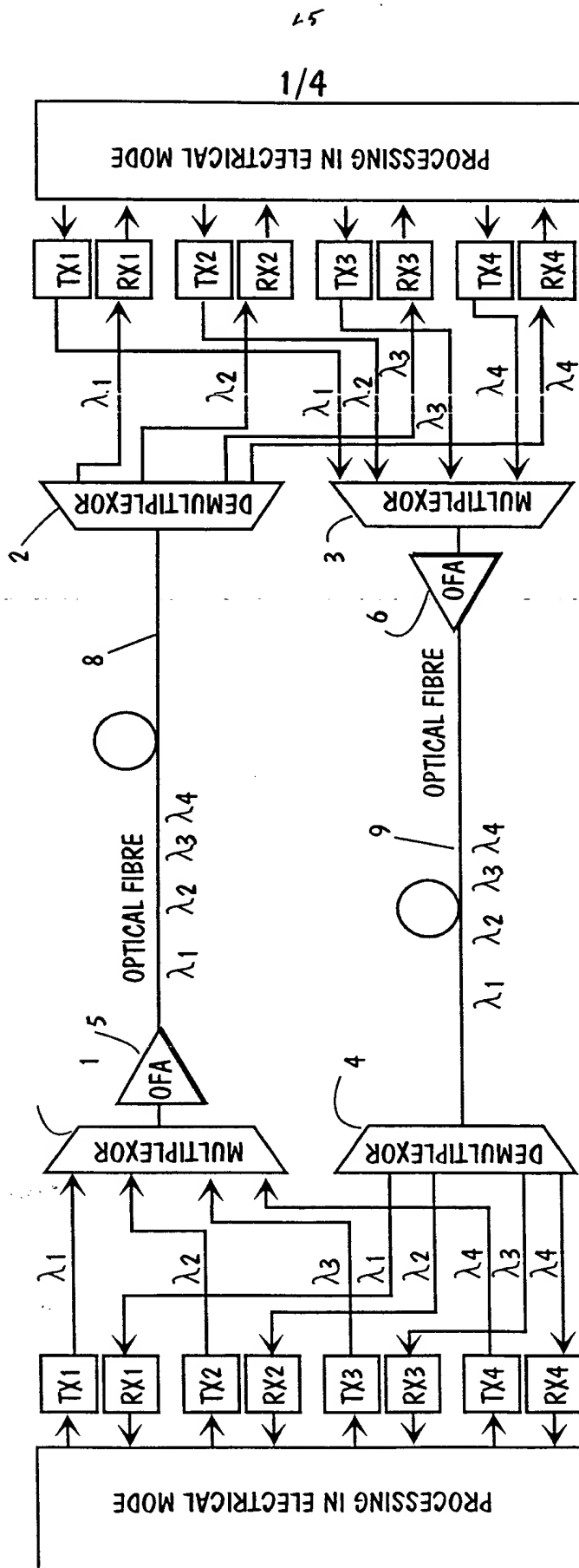
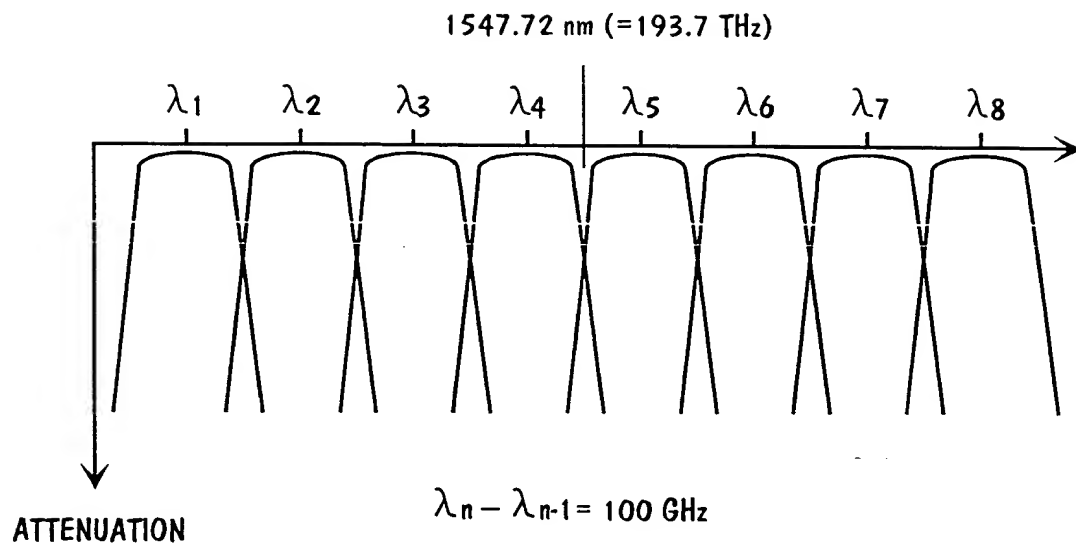


FIG. 1



PRIOR ART

FIG. 2

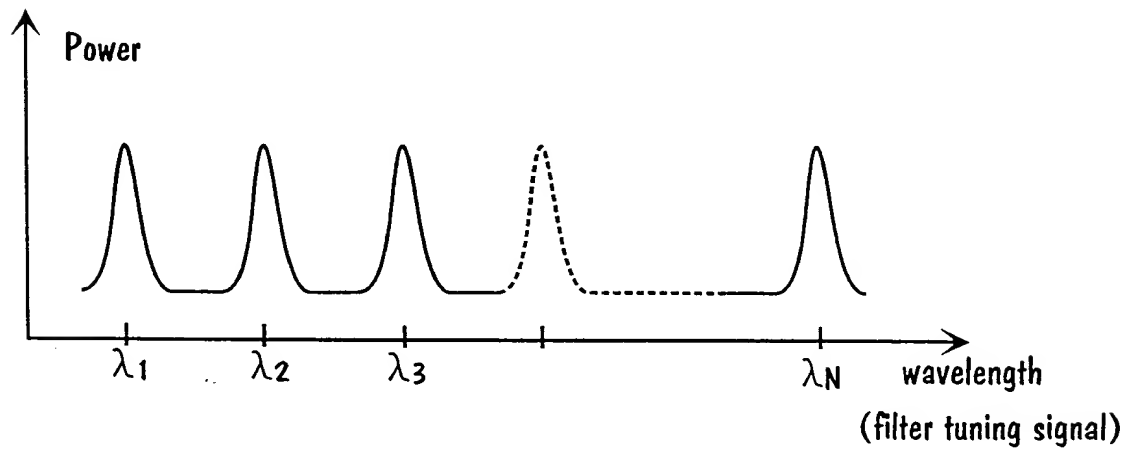


FIG. 4

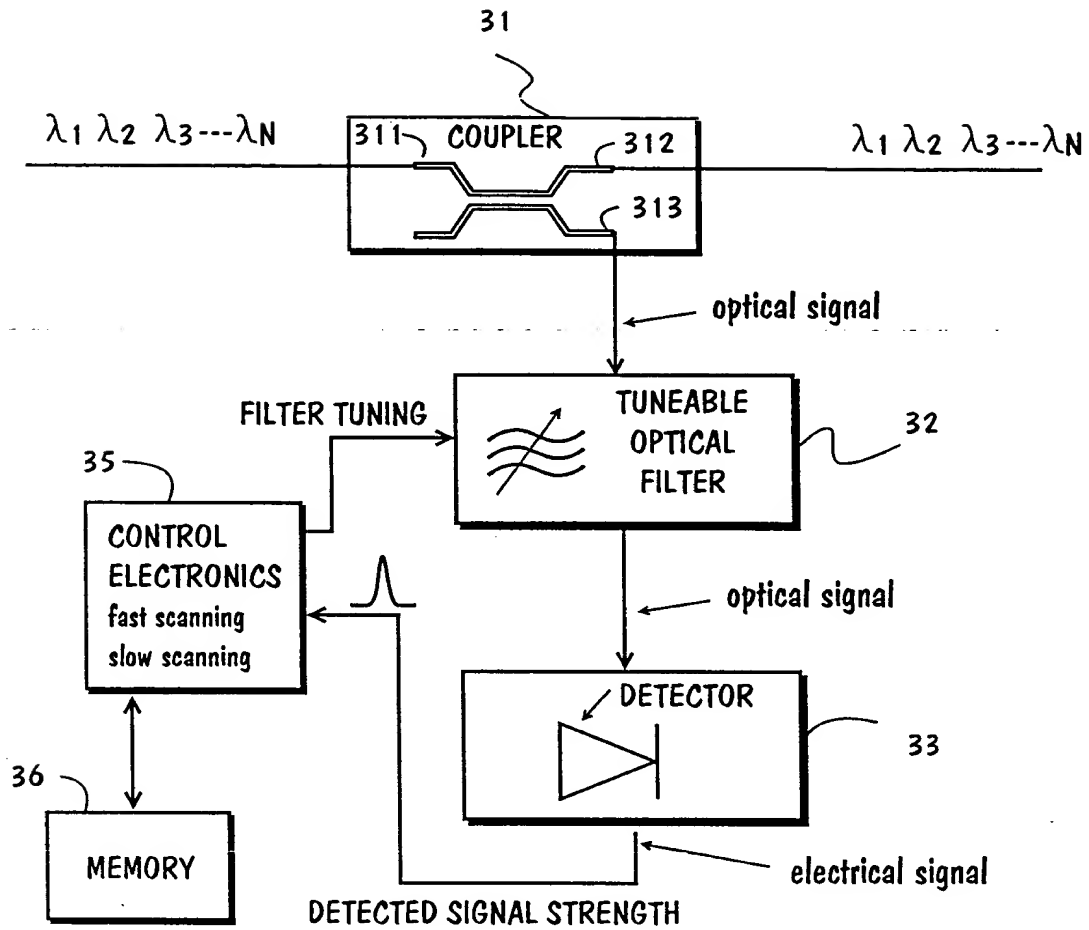


FIG. 3

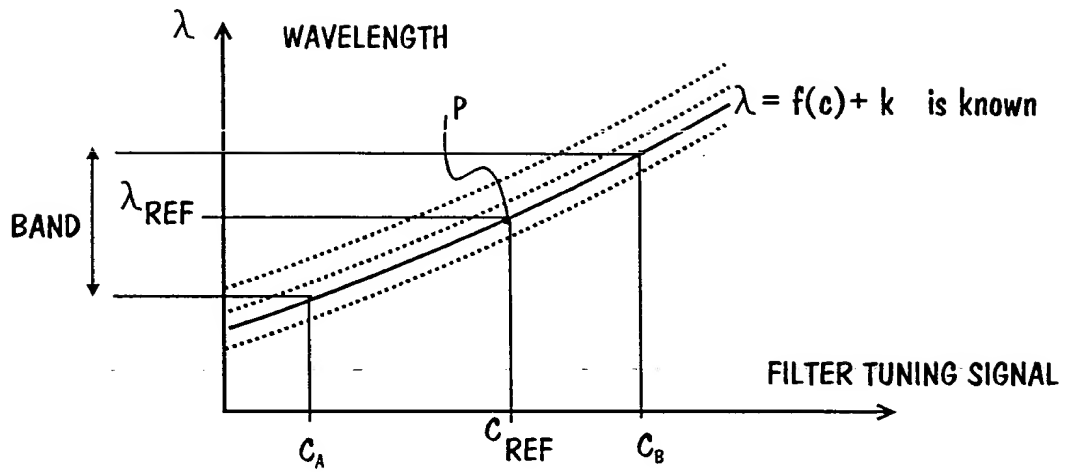


FIG. 5

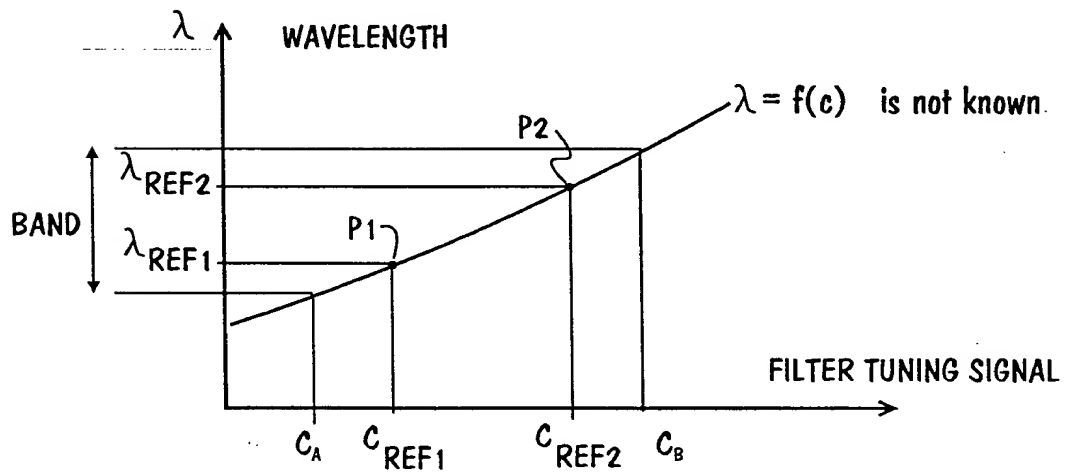


FIG. 6